

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : **2 726 941**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 01379**

(51) Int Cl⁶ : H 01 L 23/60

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 28.01.86.

(71) Demandeur(s) : C/MSA C/INTRA — FR.

(30) Priorité :

(72) Inventeur(s) : VAL CHRISTIAN.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 15.05.96 Bulletin 96/20.

(73) Titulaire(s) :

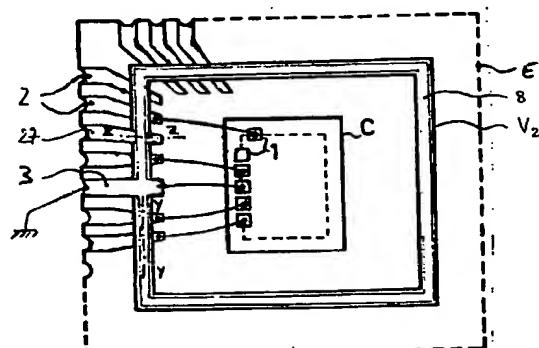
(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

(74) Mandataire : THOMSON CSF.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :
(54) DISPOSITIF INTEGRÉ DE PROTECTION PAR VARISTANCE D'UN COMPOSANT ELECTRONIQUE CONTRE LES EFFETS D'UN CHAMP ELECTRO-MAGNETIQUE OU DE CHARGES STATIQUES.

(57) L'invention a pour objet un dispositif de protection ("durcissement") d'un composant où d'un circuit électronique, qui est intégré au support du composant, contre les perturbations (tensions) engendrées par un champ électromagnétique extérieur, par exemple effet de l'onde EMP.

Dans un mode de réalisation, les connexions (2) du composant (c) à protéger sont reliées les unes aux autres par une structure du type sandwich, comportant une première couche (V₁) de matériau varistance, une première électrode (7) reliée à un potentiel donné (P), une deuxième couche (V₂) de matériau varistance et une deuxième électrode (8) reliée à la masse.



FR 2 726 941 - A1



**DISPOSITIF INTEGRÉ DE PROTECTION PAR VARISTANCE
D'UN COMPOSANT ÉLECTRONIQUE CONTRE LES EFFETS D'UN
CHAMP ELECTRO-MAGNETIQUE OU DE CHARGES STATIQUES**

La présente invention a pour objet un dispositif de protection (ou de "durcissement") d'un composant électronique contre les perturbations (tensions) engendrées par un champ électromagnétique extérieur, tel que l'onde dite EMP (initiale de l'expression anglaise 5 **Electro Magnetic Pulse** pour impulsion électro-magnétique) due à une désintégration atomique ou nucléaire, ou encore par un champ électrostatique formé par des charges amenées ou créées sur le boîtier, lors de manipulations par exemple.

Dans la description suivante, on désignera pour simplifier par 10 **"composant"** tout composant discret ou tout ensemble de composants formant un circuit hybride ou intégré.

Ainsi qu'il est connu, la présence d'un champ électromagnétique ou électro-statique provoque dans un composant l'apparition 15 de tensions qui, lorsque le champ est très intense, peuvent entraîner le claquage et la destruction des composants. Une protection contre ces tensions parasites est donc nécessaire. Cette protection est d'autant plus difficile à réaliser que, dans certains cas, le champ est susceptible d'apparaître brutalement, avec un temps de montée 20 faible, pouvant atteindre dans certains cas la dizaine de nanosecondes, ce qui est par exemple le cas de l'onde EMP mentionnée ci-dessus.

Il est connu de tenter de réaliser une telle protection en 25 enfermant le circuit ou le composant à protéger dans un blindage ou une cage de Faraday. Toutefois, cette protection s'avère insuffisante du fait que ces composants ont nécessairement des connexions électriques avec l'extérieur, connexions qui forment antenne en

présence d'un champ extérieur et permettent l'arrivée de charges parasites dans l'élément à protéger.

Il est également connu par la demande de brevet français 81-17293 de drainer les charges parasites vers l'extérieur du composant à l'aide d'une varistance. Selon cette technique, on dispose un matériau varistance sur les connexions du composant vers l'extérieur et, au-dessus de ce matériau varistance, on dépose une électrode reliée à la masse du dispositif. De la sorte, en présence d'une tension supérieure à un certain seuil sur l'une au moins des connexions du composant, le matériau varistance devient conducteur et cette électrode se trouve reliée à la masse, par l'intermédiaire du matériau varistance et de l'électrode supérieure : les charges ainsi créées accidentellement sont drainées vers la masse et ne pénètrent pas dans le composant.

Toutefois, cette structure présente une capacité élevée du fait de la valeur élevée de la permittivité des matériaux varistance habituels (à base d'oxyde de zinc) ; cette inconvénient est d'autant plus critique que les fréquences de fonctionnement des circuits électroniques croissent. Par ailleurs, ainsi qu'il est connu, l'augmentation de la capacité entraîne une augmentation de la diaphonie entre les connexions du composant.

La présente invention a pour objet un dispositif de protection permettant de drainer les charges parasites vers l'extérieur, au niveau de chacune des connexions du composant protégé, en utilisant un matériau de type varistance dans une structure intégrée au boîtier et telle qu'il n'implique pas l'insertion de capacités trop élevées.

D'autres objets, particularités et résultats de l'invention ressortiront de la description donnée ci-dessous, illustrée par les dessins annexés qui représentent :

- la figure 1, une vue de dessus d'un premier mode de réalisation du dispositif de protection selon l'invention ;

- la figure 2, une vue en coupe partielle de la figure précédente, selon un axe XX ;

- la figure 3, une vue de dessus partielle d'une variante de la figure 1 ;

5 - la figure 4, une vue de dessus d'un deuxième mode de réalisation du dispositif de protection selon l'invention ;

- la figure 5, une vue en coupe partielle de la figure précédente, selon un axe YY ;

10 - la figure 6, une vue en coupe partielle de la figure 4, selon un axe ZZ.

Sur ces différentes figures, les mêmes références se rapportent aux mêmes éléments. En outre, pour la clarté de l'exposé, l'échelle réelle n'a pas été respectée.

15 La figure 1 représente, vu de dessus, un composant électronique C muni d'une pluralité de plots 1 pour la connexion de ce composant vers l'extérieur. A titre d'exemple, le composant C est représenté monté sur l'embase E d'un boîtier du type "chip carrier" ; on rappelle qu'un tel boîtier se caractérise essentiellement par 20 l'absence de broches de connexion qui sont remplacées par des plots métalliques, situés sur la face inférieure de l'embase (non visible sur la figure 1).

25 L'embase E comporte donc classiquement des dépôts conducteurs 2 formant pistes de connexion, s'étendant radialement vers l'extérieur du boîtier et se prolongeant chacune à l'intérieur de demi-trous 6, sur les côtés de l'embase, pour se terminer sur les pistes de connexion du boîtier. L'autre extrémité des pistes 2, repérée 21, est reliée par un fil de connexion 5 à un plot 1 du composant C. L'une au moins des pistes, repérée 3, est reliée au 30 potentiel de référence du dispositif (masse).

Selon l'invention, l'embase E comporte en outre une électrode 4, sensiblement en forme de cadre ou anneau carré par exemple, déposée sur l'embase E et découpée de telle sorte qu'elle forme avec les extrémités 21 des pistes 2 une structure coplanaire du type

peignes interdigités. Les parties de l'électrode 4 s'avançant entre deux extrémités 21 des électrodes 2 sont repérées 41. L'électrode 4 est reliée à la masse par l'intermédiaire de la piste 3. Enfin, le dispositif comporte en outre une couche de matériau varistance V, 5 représentée en traits mixtes et déposée sur les extrémités 21 et 41. Cette configuration est représentée sur la figure 2, qui est une vue en coupe partielle, selon l'axe XX de la figure 1, au droit de l'électrode 4.

Le boîtier encapsulant le composant C comporte encore un 10 capot, scellé sur l'embase E selon toute technique connue ; sur la figure 1, on a seulement représenté partiellement sa trace C_a , à l'extérieur du cadre de protection V-4. Dans une variante, le capot peut être remplacé par une protection localisée (sensiblement en forme de goutte) en matériau plastique par exemple ; le cadre V-4 15 peut dans ce cas être dans ou hors de la protection.

Ainsi qu'il est connu, un matériau varistance, qui est constitué en général d'oxyde de zinc dopé (par des oxydes de bismuth, cobalt, chrome, molybdène, antimoine, etc), présente une résistance non linéaire : il n'est pas électriquement conducteur lorsque la différence de potentiel qui est appliquée à ses extrémités ne dépasse 20 par une certaine tension de seuil (V_c), et il le devient après ce seuil. Ce phénomène étant dû à un effet de champ, la commutation entre l'état conducteur et l'état non conducteur est très rapide (elle peut être égale ou inférieure à 1 ns). Un tel matériau peut être déposé de 25 toute façon connue : par exemple sérigraphié sur le support E du composant C lorsque celui-ci est en céramique ou encore déposé, par pulvérisation cathodique par exemple, lorsque ce support est plastique.

Le fonctionnement d'un tel dispositif est le suivant : en 30 l'absence d'un champ extérieur suffisant (supérieur à un certain seuil), les signaux et alimentations passent des pistes 2 et 3 aux plots 1 du composant C sans être perturbés par l'électrode 4 ni la varistance V, puisque le matériau varistance n'est pas conducteur et donc que l'électrode 4 se trouve isolée des pistes 2. Lorsque le

dispositif se trouve soumis à un champ électromagnétique, une différence de potentiel se développe par effet d'antenne entre les extrémités 21 des pistes 2 et les extrémités 41 de l'électrode de masse 4. Dans le cas de charges d'origine électrostatique, l'effet 5 produit est le même, à savoir une différence de potentiel entre les extrémités 21 et 41. Lorsque cette différence de potentiel devient supérieure au seuil V_c du matériau varistance, elle rend ce dernier conducteur, ce qui a pour effet de relier les pistes 2 entre elles et à la masse par l'intermédiaire de l'électrode 4. Il en résulte que les 10 charges électriques ainsi créées n'entrent pas dans le composant C mais sont drainées vers la masse du dispositif, réalisant ainsi la fonction de protection recherchée.

Ainsi qu'il est connu également, la tension de seuil V_c d'une varistance est fonction de l'épaisseur de celle-ci et peut donc être 15 choisie en fonction des intensités auxquelles on peut s'attendre pour les champs perturbateurs, lorsqu'elles sont connues. Dans tous les cas, le seuil V_c doit être supérieur à la plus élevée des tensions de travail du composant C. Pour constituer une protection efficace, il est clair que cette tension V_c doit toutefois être inférieure à la 20 tension de claquage du composant et, de préférence, aussi proche que possible de sa tension de travail. Toutefois, des considérations technologiques de tolérance de fabrication sur l'épaisseur de la couche constituant la varistance peuvent conduire à choisir V_c de l'ordre de deux à trois fois la tension de travail la plus élevée du 25 composant.

A titre d'exemple, pour une tension de travail du composant de 5 volts, la valeur choisie pour V_c peut être de l'ordre de 20 à 25 volts, ce qui est une tension inférieure à la tension de claquage de la plupart des composants électroniques actuels.

30 Ainsi qu'il est mentionné ci-dessus, cette structure permet de minimiser la valeur de la capacité introduite dans la structure par la varistance.

En effet, ainsi qu'il est connu la capacité C entre les extrémités 21 et 41 des électrodes 2 et 4 (voir figure 2) est de la forme :

$$C \propto \epsilon \cdot \frac{s}{e}$$

où : - ϵ est la constante diélectrique du matériau varistance V ;

- s est la section des surfaces en regard ; (épaisseur des électrodes 2 et 4 par longueur des surfaces en regard) ;

5 - e est l'épaisseur du matériau V entre les extrémités 21 et 41.

Selon l'invention, les surfaces en regard des électrodes 2 et 4 sont très faibles par rapport à ce qu'elles sont dans une structure sandwich du type connu décrit plus haut, conduisant ainsi à une valeur faible de la capacité C , tout en permettant à une apparition 10 de charges sur une quelconque des électrodes 2 d'être directement drainée vers la masse.

A titre d'exemple, la constante diélectrique ϵ d'un matériau varistance à base d'oxyde de zinc sérigraphié est de l'ordre de 10^2 à $4 \cdot 10^2$; dans une structure sandwich, pour une surface de croisement de l'ordre de $0,5 \times 0,5$ mm, (soit $25 \cdot 10^{-2}$ mm 2), on obtient des 15 capacités comprises entre 4 et 16 pF. Dans la structure coplanaire selon l'invention, pour une épaisseur d'électrode de l'ordre de 5 à 10 μm et des longueurs en regard de l'ordre du millimètre, on obtient une section de l'ordre de 5 à 10^{-3} mm 2 , soit environ 25 à 50 fois 20 moins pour la section, et donc la capacité, que dans la structure sandwich connue.

La figure 3 représente partiellement une variante de la figure 1, vue également de dessus.

25 Sur cette figure, on retrouve l'embase E portant le composant C et les pistes 2 reliées (fils 5) aux plots 1 du composant.

Dans cette variante, des pistes 14 sont disposées entre les 30 pistes 2. L'une des extrémités de chacune des pistes 14, située vers l'extérieur est reliée à la masse par exemple par l'intermédiaire d'un trou 15 pratiqué dans l'embase E vers un plan de masse placé dans l'épaisseur de l'embase. L'autre extrémité des pistes 14 peut être reliée, en tant que besoin, aux plots 1 du composant C.

Le matériau varistance V est, dans la présente variante,

déposé sur les pistes 2 et 14 et non sur leurs extrémités. Pour la clarté de l'exposé, les parties 22 et 16 des pistes 2 et 14 qui jouent le rôle des extrémités 21 et 41 de la figure 1 ont été hachurées.

Enfin, on a représenté par deux simples pointillés C_{a1} et C_{a2} 5 les positions possibles pour le capot venant fermer le boîtier à l'intérieur ou à l'extérieur du cadre varistance V.

La figure 4 représente un deuxième mode de réalisation du dispositif de protection selon l'invention, vu de dessus ; les figures 10 5 et 6 représentent des vues partielles en coupe de ce même dispositif, selon des axes YY et ZZ, respectivement.

Sur la figure 4, on a représenté à titre d'exemple le même type d'embase "chip carrier" que sur la figure 1, portant le composant C en son centre.

15 Selon l'invention, le dispositif de protection est constitué par une structure de type sandwich, disposée sensiblement en forme d'anneau carré, comportant un premier matériau varistance V_1 , visible seulement sur les coupes des figures 5 et 6, disposé sur les pistes 2 et recouvert par une première électrode 7, également visible seulement sur les figures 5 et 6, portée à un potentiel P. 20 Cette dernière électrode est recouverte par un second matériau varistance V_2 , lui-même enfin surmonté d'une électrode 8, reliée à la masse par exemple par la piste 3. Ces différents dépôts (V_1 , V_2 , 7 et 8) affectent de préférence sensiblement la même forme. Les matériaux varistance V_1 et V_2 peuvent être les mêmes ; ils peuvent 25 également être différents et choisis pour leurs caractéristiques physiques, notamment ϵ et V_C .

L'axe YY de coupe de la figure 5 est pris parallèlement aux anneaux de protection V_1 , V_2 , 7 et 8, au droit de ces derniers.

30 L'axe de coupe ZZ de la figure 6 est pris perpendiculairement aux anneaux de protection, au droit d'une des pistes 2, repérée 27, qui est reliée au potentiel P, pour illustrer un mode de réalisation de la connexion de l'électrode 7.

Le fonctionnement de cette structure est le suivant.

Soient :

- V_{c1} la tension de seuil du matériau varistance formant la couche V_1 et V_{c2} , celle de la couche V_2 ;

- V_{27} la différence de potentiel entre les conducteurs 2 et 7, V_{78} entre les conducteurs 7 et 8, et V entre les conducteurs 2 et 8 ;

5 - c_{27} la capacité formée par les parties en regard des conducteurs 2 et 7, c_{78} entre les conducteurs 7 et 8, et c entre les conducteurs 2 et 8 ;

- e_1 l'épaisseur de la couche V_1 et e_2 , celle de la couche V_2 ;

10 - v la surtension présente sur les conducteurs 2, qui doit rendre le sandwich varistance conducteur ; comme mentionné ci-dessus, v peut être de l'ordre de 20 à 25 volts, voire 30 volts.

On sait que la tension de seuil (V_c) d'un matériau varistance donné est proportionnelle à son épaisseur. L'épaisseur e_1 est choisie pour que le seuil V_{c1} soit un multiple de la tension v , par exemple le double, ou légèrement inférieur à celui-ci. Le potentiel P est alors choisi égal à $-v$ de façon qu'une surtension v sur un conducteur 2 entraîne une tension V_{27} égale à $2v$, provoquant ainsi la conduction à travers la couche varistance V_1 .

20 Par ailleurs, les caractéristiques de la couche varistance V_2 sont choisies pour que le seuil V_{c2} soit légèrement supérieur à P , c'est-à-dire à v dans l'exemple ci-dessus.

Sachant, d'une part, que la valeur d'une capacité est proportionnelle à la constante diélectrique et aux surfaces conductrices en regard, inversement proportionnelle à l'épaisseur du diélectrique et, 25 d'autre part, que deux capacités (c_1 et c_2) en série forment un pont diviseur de tension, les matériaux varistances formant les couches V_1 et V_2 sont choisis pour que la capacité c_2 soit grande par rapport à c_1 , par exemple 25 à 50 fois ou même davantage. Le résultat en est que la tension V est très voisine de la tension V_{27} . A titre 30 d'exemple, si $v = 25$ volts, on a $V_{27} = 50$ volts, $V_{78} = 1$ volt si $\frac{c_1}{2} = \frac{1}{50}$ donc $V = 51$ volts, ce qui est effectivement très proche de la valeur de V_{27} . Lorsqu'il existe une surtension v sur un conducteur 2,

on a alors une différence de potentiel V très proche de $2v$ entre les conducteurs 2 et 8, et donc supérieure au seuil V_{c2} . Il y aura alors conduction à travers la structure 2-V₁-7-V₂-8.

5 Cette structure permet notamment, par polarisation (P) de l'électrode intermédiaire (7), de réduire la capacité c entre les connexions (2) du composant à protéger et la masse. En effet, la capacité résultante c s'écrit :

$$c = \frac{c_1 \cdot c_2}{c_1 + c_2}$$

10 La capacité c_1 étant négligeable devant c_2 , on a $c \approx c_1$. Or c_1 a une valeur deux fois plus faible que celle qu'elle aurait en l'absence de l'électrode intermédiaire 7 : en effet, son épaisseur e_1 est ici le double de ce qu'elle serait dans une structure simple 2-V₁-8, pour que le matériau varistance V_1 devienne conducteur en cas de surtension v sur l'électrode 2.

15 De plus, une valeur plus importante pour e_1 permet d'en faciliter la fabrication.

20 Par ailleurs, il est à noter qu'une telle structure à trois niveaux de conducteurs permet de réaliser un dispositif assurant le déclenchement d'une tension élevée (entre les conducteurs 2 et 8) à partir d'une tension plus faible (sur le conducteur 2).

25 La description faite ci-dessus ne l'a été bien entendu qu'à titre d'exemple non limitatif. C'est ainsi par exemple que la couche de matériau varistance V peut être disposée non plus sur les pistes 2 et 4 (figures 1 et 2) ou 2 et 14 (figure 3), mais entre celles-ci et l'embase E.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de protection d'un composant électronique contre les tensions engendrées par un champ extérieur, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens de liaison électrique du type varistance (V, V₁, V₂), dont la conductivité augmente sous l'effet du champ, ces moyens étant disposés entre les connexions de sortie (2) du composant (c), et des moyens conducteurs (4, 14, 8) reliés d'une part aux moyens de liaison et d'autre part à des moyens d'évacuation des charges créées par le champ, les moyens de liaison et les moyens conducteurs étant disposés de sorte que ladite disposition minimise la valeur des capacités.
10
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens conducteurs (4) sont disposés dans une structure coplanaires.
15
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que la structure coplanaire forme un peigne interdigité (41) avec les extrémités (21) des connexions de sortie (2) du composant (C), les moyens de liaison (V) recouvrant les moyens conducteurs (4) et les extrémités (21) des connexions de sortie (2).
20
4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que les moyens conducteurs (14) sont disposés en pistes conductrices alternées avec les connexions de sortie (2) du composant (C), les moyens de liaison (V) recouvrant en partie au moins les moyens conducteurs et les connexions de sortie.
25
5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens de liaison comporte une première couche (V₁) de matériau de type varistance, déposée au dessus des connexions de
30

sortie (2) du composant (C), une première électrode (7), portée à un potentiel prédéfini (P), disposée au-dessus de la première couche (V_1), une deuxième couche (V_2) de matériau de type varistance, les moyens conducteurs (8) étant constitués par une deuxième électrode 5 disposée sur la deuxième couche (V_2).

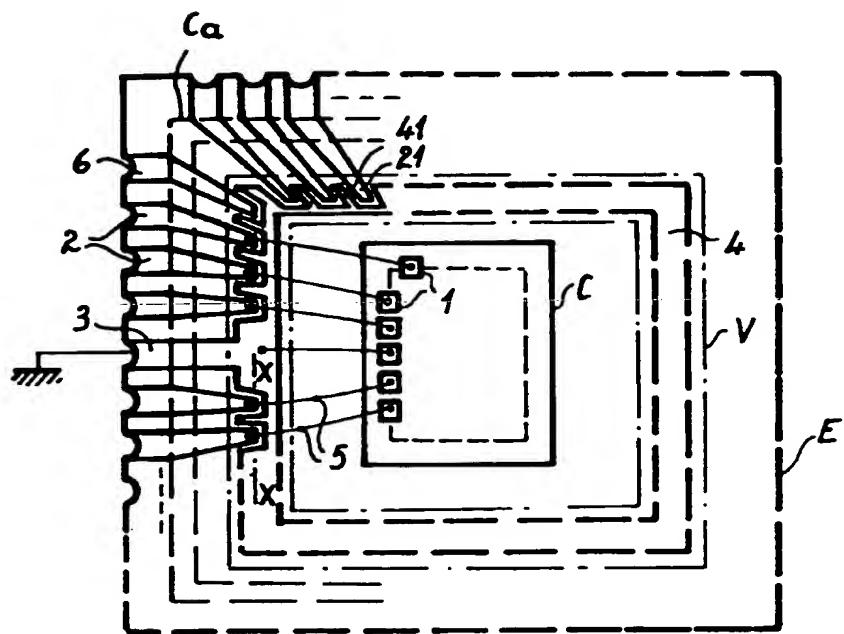
6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les matériaux de type varistance (V_1 , V_2) sont distincts.

10 7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les moyens conducteurs sont disposés en forme de cadre, autour du composant (C).

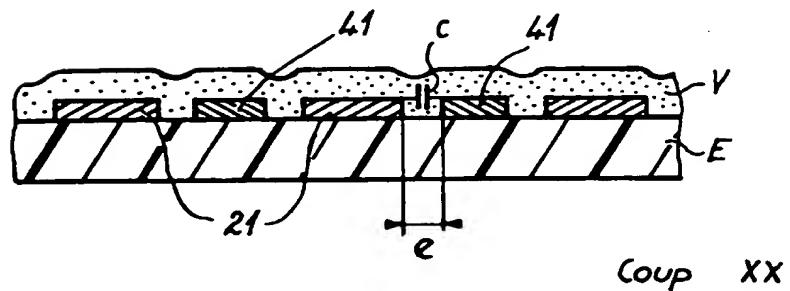
15 8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le composant (C) comporte des plots de connexion (1), qu'il est fixé sur une embase (E) comportant des pistes de connexion (2) reliées aux plots (1), les moyens de liaison et les moyens conducteurs étant disposés en forme de cadre, disposé autour du composant (C) sur les pistes (2).

1/3

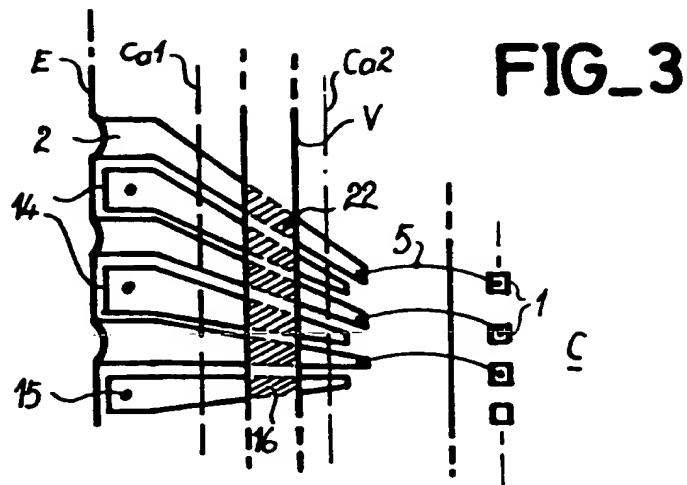
FIG_1



FIG_2

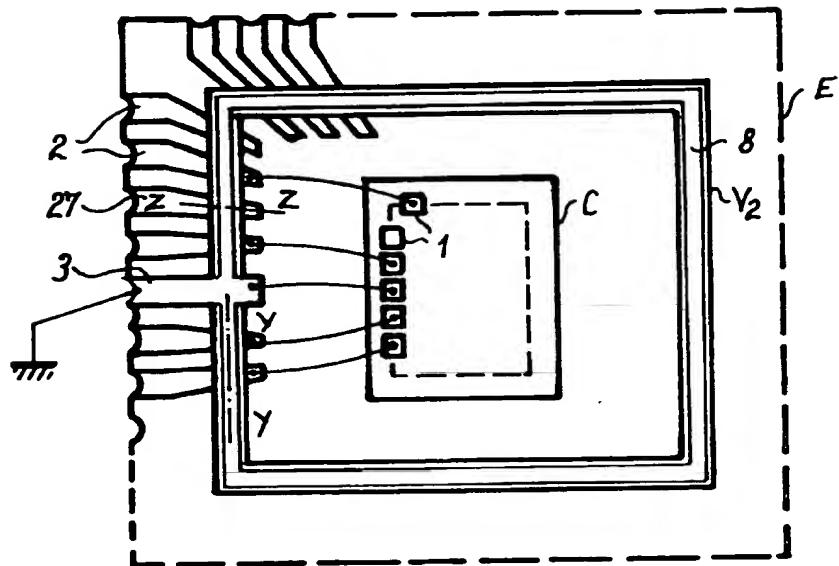


2/3



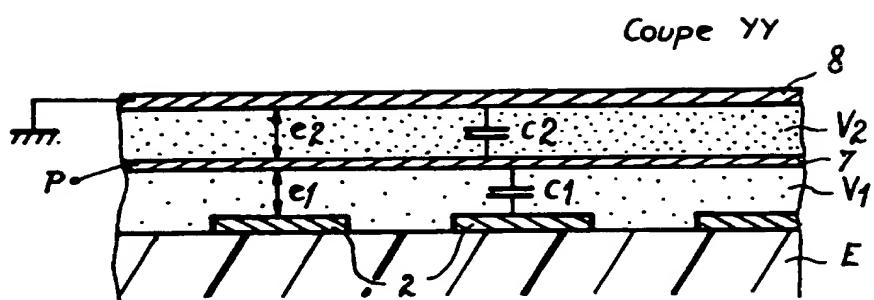
FIG_3

FIG_4



3/3

FIG_5



FIG_6

